

PCT

世界知的所有権機関
国際事務局
特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類6 H01M 8/02, H01B 1/06, C08J 5/22		A1	(11) 国際公開番号 WO99/59216	(43) 国際公開日 1999年11月18日(18.11.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/02398		(74) 代理人 弁理士 三枝英二, 外(SAEGUSA, Eiji et al.) 〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町1-7-1 北浜TNKビル Osaka, (JP)		
(22) 国際出願日 1999年5月10日(10.05.99)		(81) 指定国 CN, RU, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)		
(30) 優先権データ 特願平10/130421 1998年5月13日(13.05.98) JP		(添付公開書類 国際調査報告書)		
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ダイキン工業株式会社 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.)(JP/JP) 〒530-8323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル Osaka, (JP)				
(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 荒木孝之(ARAKI, Takayuki)(JP/JP) 岡 憲俊(OKA, Noritoshi)(JP/JP) 田中義人(TANAKA, Yoshito)(JP/JP) 中村隆之(NAKAMURA, Takayuki)(JP/JP) 清水哲男(SHIMIZU, Tetsuo)(JP/JP) 〒566-0044 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社 淀川製作所内 Osaka, (JP)				
(54) Title: MATERIAL FOR SOLID POLYELECTROLYTE SUITABLE FOR USE IN FUEL CELL				
(54) 発明の名称 燃料電池に使用するのに適した固体高分子電解質用材料				
(57) Abstract A material for solid polyelectrolytes which comprises a polymer comprising two or more fluoropolymer segments differing in monomer composition, wherein at least one of the fluoropolymer segments has sulfonic acid type functional groups.				
<p>a ... A-B BLOCK COPOLYMER b ... A-B-A BLOCK COPOLYMER c ... B-A-B BLOCK COPOLYMER d ... A-B GRAFT COPOLYMER e ... B-A GRAFT COPOLYMER</p>				

(57)要約

本発明は、重合体を構成する単量体組成が異なった2種以上の含フッ素ポリマー鎖セグメントを有する含フッ素多元セグメント化ポリマーを含み、前記含フッ素ポリマー鎖セグメントの少なくとも1つがスルホン酸型官能基を有する固体高分子電解質用材料に関する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SD スーダン
AM アルメニア	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SI スロヴェニア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レソト	SK スロヴァキア
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SL シエラ・レオネ
BB バルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BE ベルギー	GE グルジア	LV ラトヴィア	SZ スウェーデン
BF ブルガリア	GH ガーナ	MA モロッコ	TD チャード
BG ブルガリア	GM ガンビア	MC モナコ	TG トーゴ
BJ ベナン	GN ギニア	MD モルドバ	TJ タジキスタン
BR ブラジル	GW ギニア・ビサオ	MG マダガスカル	TZ タンザニア
BY ベラルーシ	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM トルクメニスタン
CA カナダ	HR クロアチア	共和国	TR トルコ
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	ML マリ	TT トリニダッド・トバゴ
CG コンゴー	ID インドネシア	MN モンゴル	UA ウクライナ
CH スイス	IE アイルランド	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CI コートジボアール	IL イスラエル	MW マラウイ	US 米国
CM カメルーン	IN インド	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジェール	VN ヴィエトナム
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	YU ユーゴースラビア
CU キューバ	JP 日本	NO ノールウェー	ZA 南アフリカ共和国
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	ZW ジンバブエ
CZ チェコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

明細書

燃料電池に使用するのに適した固体高分子電解質用材料

技術分野

本発明は、固体高分子電解質に適した含フッ素ポリマー材料に関し、それを用いた固体高分子電解質膜に関するものである。

背景技術

燃料電池は、電池に供給される燃料の酸化により化学的エネルギーを直接電気的エネルギーに変換する電気化学的装置である。燃料電池は、一般的には電解質に隣接し且つ接触している2個のガス拡散電極から成っている。燃料電池は、燃料を正電極に供給し且つ酸化体（オキシダント）を負電極に供給する手段を包含する。両電極間には固体または液体電解質が配置され、電解質は正および負の電極間にイオン種を輸送する。

燃料電池には、電解質としてプロトン交換ポリマーフィルムを用いる型のものがある。この場合には、電解質はポリマーフィルムのポリマー主鎖に化学的に結合した複数の酸官能基である。これらのプロトン交換ポリマーフィルムは、例えばスルホン化ポリスチレンであってもよく、更に好ましくはデュポン社製のナフィオン(Nafion)イオン交換ポリマーフィルムのような実質的にフッ素化したスルホン酸ポリマーであってもよい。「固体高分子電解質」という用語は、しばしばこれらのイオン交換ポリマーフィルム構造体を記載するのに用いられる。

プロトン交換ポリマーフィルム燃料電池は公知であり、例えば米国特許第3 1 3 4 6 9 7号明細書に記載されている。初期の固体高分子電解質プロトン交換ポリマーフィルム燃料電池は作動可能ではあるが、ポリマーフィルム自体が化学的に不安定であるために、寿命が限定されていた。しかしながら、引き続くデュポン社製のNafionのようなペルフルオロ化したイオン交換活性を有するポリマー材料の開発によって、良好な操作特性と数千時間の寿命を有する上記型の燃料電池が可能となった。

Nafion（ペルフルオロスルホン酸ポリマーフィルム）を用いる固体高分子電解質燃料電池は、一般的には約80°Cの温度で作動する。ポリマーフィルム自体が

実質的にガス不透過性であるので、（液体電解質燃料電池を用いる場合に一般的である）ガスの混合を防止するための多孔質支持マトリックスを必要としない。適当な外部支持体を用いれば、実際の操作において燃料ガスと酸化体ガスとの間に 100 psi 以上の圧差を実現することができる。これらの特徴は極めて望ましいものであり、これらの燃料電池を酸化体として空気とともに操作して、空気の圧を増加させて酸素の分圧を高くして燃料ガスの圧縮の必要をなくすことが可能になる。例えば、水素／空気燃料電池は燃料側で 1 気圧で操作し、電池の酸化体側では 4 気圧以上の空気で操作することができる。

実際には、電極は一般的には加圧／加熱法によって活性プロトン交換ポリマー フィルムに物理的に結合している（例えば米国特許第 4 2 7 2 3 5 3 号明細書）。

当業界の現状では、米国特許第 3 2 8 2 8 7 5 号明細書に記載のようなデュポン社製ペルフルオロスルホン酸ポリマーフィルムが、当量数が約 1100～1200 のフィルムとして用いられる。当量数は、1 当量の塩基を中和するポリマーの重量を意味する。ポリマーフィルムのイオン伝導度はポリマーフィルムの当量数に反比例すると考えられる。当業界の現状において用いられているよりも低い当量数を有する Nafion イオン交換ポリマーフィルムのポリマーもあるが（欧州特許出願第 0 1 2 2 0 4 9 号明細書）、当量数が約 950 未満のポリマーフィルムの物理的安定性は、「Dual Cohesive Energy Densities of Perfluoro-sulphonic Acid (Nafion) Membrane」、Polymer、第 21 卷、432～435 頁、4 月、1980 年に記載のように低く、それによって電池ユニットの組立時などのハンドリングが困難となったり、又組み立て時や運転時に膜がクリープし、電圧低下やショートなどを起こし、信頼性を損なってしまう。プロトン交換固体高分子電解質の当量数を減少させて、燃料電池におけるイオン移動の抵抗力損失を減少させるとともに、受容可能な物性を保持することが極めて求められている。

固体高分子電解質膜について、これらの問題を解決する試みが種々なされている。

例えば、特公表昭 62-500759 号公報には、前述のポリマー側鎖にスルホン酸基を有する Nafion イオン交換ポリマーの構造を改良し、つまり、スルホン酸基を有する側鎖構造をより短鎖のものにし、より低い当量数（100 未満）

において、高温（110°Cより高い）での貯蔵弾性率を改善したことが記載されている。これは、Nafionイオン交換ポリマーのガラス転移点又は軟化点（約110°C）を高くし、高温での機械的特性を改良したものである。しかしながら、Nafionイオン交換ポリマーを含めたこれらのスルホン酸基含有ポリマーは本来、非晶性であるか、結晶部分があっても結晶化度が極端に低いものであり、室温及び高温での機械的物性もまた不充分なものである。

また、さらに上記公報のスルホン酸基を有する側鎖が短鎖のスルホン酸基含有ポリマーの合成は大変困難であり、生産性、コスト面で問題がある。

また、特開平6-231778号公報には、イオン交換容量の異なる2種以上のスルホン酸基を有するパーフルオロカーボン重合体のブレンド物を固体高分子電解質型燃料電池に用い、高イオン交換容量重合体で高い機械的強度の発現に寄与することが記載されている。

しかし、これらの組成物は、スルホン酸基含有モノマー単位の多いパーフルオロカーボン重合体とスルホン酸基含有モノマー単位の少ないパーフルオロカーボン重合体との単なるブレンド物であり、ブレンド前のそれぞれの重合体の中間的な機械的強度となること、またさらに機械的強度に寄与する低イオン交換容量（スルホン酸基の少ない）の重合体自体機械的特性がそれほど優れたものではなく、ブレンド物としたときも充分な機械的強度を与えることができない。またさらに、均一なブレンドがなされ難いため、プロトン移動性の低下も招く。

特開平6-231781号公報には、異なる含水率を有する2種以上のスルホン酸基含有パーフルオロカーボン重合体の積層体からなる固体高分子電解質燃料電池について記載する。つまり、積層体の含水率の低い（スルホン酸基含有モノマー単位の少ない）パーフルオロカーボン重合体で高い機械的強度の発現に寄与することを狙っているが、その含水率の低い重合体自体の機械的強度が不充分であり、薄膜で積層するため積層体膜への機械的強度を十分改善するには至らない。また、積層体膜中に含水率の高い部分と低い部分が存在し、低い部分でプロトン移動性が低下してしまい、全体としてのプロトン移動性が悪くなる。

本発明は、従来の上記のような問題点に鑑みてなされたものである。

従って、本発明の目的はスルホン酸基を有する含フッ素重合体を用いてなる燃

料電池において、それに必要充分な水素イオン伝導性（イオン交換基濃度）と、組立加工時、使用時に必要充分な機械的特性、耐久性を兼ね備えた固体高分子電解質用材料を提供することにある。

図面の簡単な説明

図1は、セグメント化ポリマー鎖Aとセグメント化ポリマー鎖Bを合せ持つポリマーを示す概念図である。

図2は、実施例3及び比較例1のポリマーの温度と弾性率の関係を示すグラフである。

発明の開示

本発明者らは、イオン伝導性を与えるスルホン酸型官能基を含有する含フッ素ポリマー鎖セグメントと、機械的特性の向上に寄与できる含フッ素ポリマー鎖セグメントを含む含フッ素セグメント化ポリマーが、イオン伝導性を低下させずに、機械的特性をより効果的に改善できることを見出した。

それによって、上記の含フッ素セグメント化ポリマーが固体高分子電解質用材料、またそれから得られる固体高分子電解質膜として好ましく用いることができ、さらには燃料電池用として適した材料となり得るものである。

本発明の固体高分子電解質用材料は、重合体を構成する単量体組成が異なった2種以上の含フッ素ポリマー鎖セグメントを有する含フッ素多元セグメント化ポリマーを含むものであって、その中の少なくとも1つの含フッ素ポリマー鎖セグメントにイオン伝導性機能を付与するスルホン酸型官能基を有するセグメント化ポリマーを含むものである。

本発明において、「スルホン酸型官能基」とは、 SO_3M （Mは水素原子、アルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩、アンモニア、1級アミン、2級アミンまたは3級アミンにプロトンが付加したアンモニウムカチオンを示す）を示す）、 SO_2Cl 、 SO_2F を意味する。好ましいスルホン酸型官能基は SO_3H 、 SO_2Cl 、 SO_2F である。

Rfは炭素数1～40の2価の含フッ素アルキレン基または炭素数1～40のエーテル結合を有する2価の含フッ素アルキレン基を示し、好ましくはフッ素原子、水素原子、フッ素以外のハロゲン原子のみから構成される2価の含フッ素ア

ルキレン基、エーテル結合を有する2価の含フッ素アルキレン基であり、より好ましくは水素を含まないハロゲン原子のみから構成される2価の含フッ素アルキレン基、エーテル結合を有する2価の含フッ素アルキレン基であり、特にフッ素原子のみから構成されるものが好ましい。

炭素数1～40の2価の含フッ素アルキレン基としては、 $- (\text{CF}_2)_m -$ ；
 $- (\text{CF}_2\text{CF}(\text{CF}_3))_{m1} -$ ； $- (\text{CF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2)_{m1} -$ ；
 $- (\text{CF}_2\text{CFCl})_{m2} -$ ； $- (\text{CF}_2\text{CH}_2)_{m2} -$ ；
 $- (\text{CF}_2)_{m3} - (\text{CF}_2)_{m4} -$ ； $- (\text{CF}_2\text{CF}(\text{CFCl}_2))_{m1} -$ ；

[式中、mは1～40の整数、m1は1～13の整数、m2は1～20の整数、
 $m3 \geq 1$ 、 $m4 \geq 1$ かつ $1 \leq m3 + m4 \leq 40$]
 が例示される。

炭素数1～40のエーテル結合を有する2価の含フッ素アルキレン基としては、
 $- (\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O})_{m2} -$ ； $- (\text{CF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O})_{m1} -$ ；
 $- (\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O})_{m1} -$ ； $- (\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O})_{m1} -$ ；
 $- \text{CF}_2\text{O}(\text{CF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O})_{m1} -$ ； $- \text{CF}_2\text{O}(\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O})_{m5} -$
 $- (\text{CF}_2\text{CF}(\text{CFCl}_2)\text{O})_{m1} -$ ；

[式中、m1およびm2は前記に同じ。m5は1～19の整数]
 が例示される。

つまり、本発明の固体高分子電解質に用いられる含フッ素多元セグメント化ポリマーは、イオン伝導性機能を有するスルホン酸型官能基含有する含フッ素ポリマー鎖セグメント（セグメントA）と、ポリマー全体に機械的強度、耐久性を与える含フッ素ポリマー鎖セグメント（セグメントB）を含む含フッ素セグメント化ポリマーであり、ポリマー全体に機械的強度を向上させるためには、含フッ素ポリマー鎖セグメントBは、結晶性を有するポリマー鎖、または非晶性であってもガラス転移点が高いポリマー鎖が好ましく、具体的には、結晶融点またはガラス転移点が100℃以上、特に好ましくは200℃以上の含フッ素ポリマー鎖セグメント（セグメントB）を有するものが好ましい。

あるいは、イオン伝導性機能がより高いスルホン酸型官能基の含量の高い（当量数の小さい）含フッ素ポリマー鎖セグメント（セグメントC）と、機械的強度、

耐久性がより高い含フッ素ポリマー鎖セグメント（セグメントD）を含む含フッ素セグメント化ポリマーである。

この場合も、含フッ素ポリマー鎖セグメントDは結晶性を有するポリマー鎖または非晶性であってもガラス転移点が高いポリマー鎖が好ましく、具体的には、結晶融点またはガラス転移点が100°C以上、特に好ましくは200°C以上のポリマー鎖セグメントである。

本発明の固体高分子電解質用材料に用いられる含フッ素多元セグメント化ポリマーとは、1分子中にスルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント（A）と、スルホン酸型官能基を有さない含フッ素ポリマー鎖セグメント（B）とをブロックやグラフトの形態で結合した含フッ素ポリマー；または、1分子中により高いスルホン酸型官能基含量を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント（C）と、より低いスルホン酸型官能基含量を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント（D）とをブロックやグラフトの形態で結合した含フッ素ポリマーであることが重要である。

本発明において、上記のセグメントAとセグメントB；あるいはセグメントCとセグメントDとをブロックやグラフトなどの形態でつなぎ、含フッ素多元セグメント化ポリマーとする方法については、公知の種々の方法が採用できるが、なかでも特公昭58-4728号公報などに示されたブロック型の含フッ素多元セグメント化ポリマーの製法や、特開昭62-34324号公報に示されたグラフト型の含フッ素多元セグメント化ポリマーの製法などが好ましく採用できる。

とりわけ、セグメント化率（ブロック化率）も高く、均質で規則的なセグメント化ポリマーが得られることから、特公昭58-4728号公報、高分子論文集（Vol. 49, No. 10, 1992）記載のいわゆるヨウ素移動重合法で合成されたブロック型の含フッ素多元セグメント化ポリマーが好ましい。

一方、スルホン酸型官能基を含有する含フッ素ポリマー（Aセグメントと同等の単独ポリマー）と上記スルホン酸型官能基を含有する含フッ素ポリマーより優れた機械的物性を有する含フッ素ポリマー（Bセグメントと同等の単独ポリマー）との単なるブレンド混合物を用いたものは、混合するそれぞれの重合体の種類、混合性、相溶性などによって異なるが、一般に、機械的特性が充分に改善されな

かったり、イオン伝導性が低下したりする。

これに対し、本発明のようにスルホン酸型官能基を含有する含フッ素ポリマー鎖セグメント（A）と含フッ素ポリマー鎖セグメント（B）をブロック、グラフトなどで結合させ、あるいはセグメント（C）とセグメント（D）をブロック、グラフトなどで結合させ、多元セグメント化ポリマーとすることによって、前述のAセグメントと同等ポリマーと、Bセグメントと同等ポリマーとの単なるブレンド混合物に比べて、機械的特性、高温時の機械的特性、耐熱性などが大幅に向上升し、固体高分子電解質用材料として用い、燃料電池としたときも、耐熱性、耐久性、耐クリープ性が効果的に改善され、信頼性が向上する。またさらに、1つの分子中にイオン伝導性のセグメントA（またはセグメントC）と、機械的特性を与えるセグメントB（またはセグメントD）とを有し、より均質組成のポリマー分子からなるため、各セグメントのブレンド物に比べイオン伝導性においても良好なものが得られる。

本発明の固体高分子電解質に用いるのに好ましい含フッ素多元セグメント化ポリマーの第一の形態は、

（セグメントA）：スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント
（セグメントB）：スルホン酸型官能基を有さないポリマー鎖セグメント
を含むものである。

本発明の固体高分子電解質に用いるのに好ましい含フッ素多元セグメント化ポリマーの第二の形態は、

（セグメントC）：スルホン酸型官能基の含量がより高い含フッ素ポリマー鎖セグメント；および

（セグメントD）：スルホン酸型官能基の含量がより低いポリマー鎖セグメント
を含むものである。

本発明の固体高分子電解質に用いる含フッ素多元セグメント化ポリマー中のセグメントAは、固体高分子電解質として用いるのに必要なイオン伝導性を付与するためのスルホン酸型官能基を有しており、具体的には、

- (a) スルホン酸型官能基を有する含フッ素単量体単位；および
- (b) 該(a)成分と共に重合可能なスルホン酸型官能基を有さない含フッ素エチ

レン性単量体の少なくとも1種の単量体単位を含む共ポリマー鎖である。

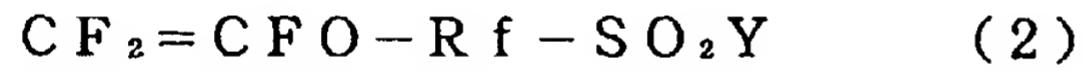
本発明の固体高分子電解質に用いる含フッ素多元セグメント化ポリマー中のセグメントC及びDは、固体高分子電解質として用いるのに必要なイオン伝導性を付与するためのスルホン酸型官能基を有しており、具体的には、

- (c)スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素エチレン性単量体単位と
- (d)該(c)成分と共に重合可能であり、且つ、スルホン酸型の官能基を有さない含フッ素エチレン性単量体のうち少なくとも1種の単量体単位を含む共ポリマー鎖である。

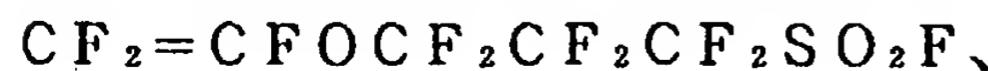
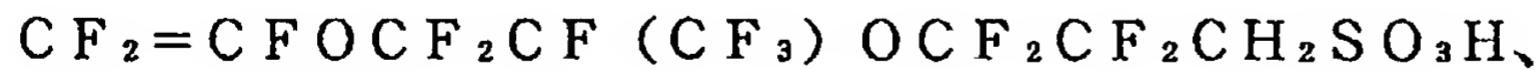
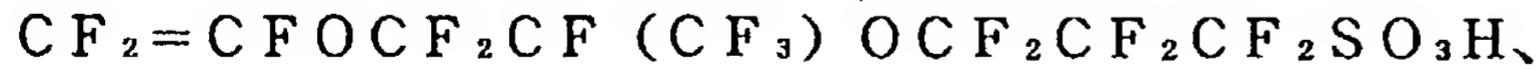
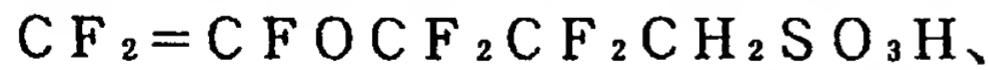
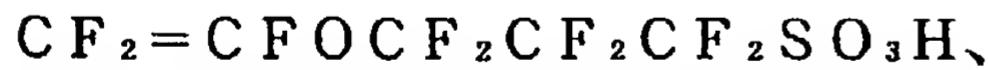
セグメントA、C及びDを構成するスルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性単量体(a)または(c)は、具体的には式(1)



[式中、X及びX¹は同じかまたは異なり、いずれも水素原子またはフッ素原子を示す。Yは、F、Cl、OY¹ (Y¹は水素原子、アルカリ金属、炭素数1~5のアルキル基)を示す。R_fは炭素数1~40の2価の含フッ素アルキレン基または炭素数1~40のエーテル結合を有する2価の含フッ素アルキレン基を示す。nは0または1を示す。]で表される単量体が好ましく、中でも、式(2)



[式中、Y及びR_fは式(1)と同じ]で表される単量体が好ましい。該単量体は、具体的には



- 9 -

$\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{SO}_2\text{F}$ 、
 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{SO}_2\text{F}$ 、
 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{SO}_2\text{F}$ 、
 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3\text{Y}^2$ 、
 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3\text{Y}^2$ 、
 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3\text{Y}^2$ 、
 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{Y}^2$ 、
 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3\text{Y}^2$ 、
 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{Y}^2$ 、
 (Y²はアルカリ金属を示す)

などが好ましい具体例として挙げられる。

セグメントA、C、Dを構成する単量体単位(b)または(d)は、(a)または(c)以外の単量体単位でよいが、実質的には官能基を含まない含フッ素エチレン性単量体から選ばれるものであり、具体的には、テトラフルオロエチレン(TFE)、ヘキサフルオロプロピレン(HFP)、クロロトリフルオロエチレン(CTFE)、ビニリデンフルオライド(VdF)、フッ化ビニル、パーフルオロ(アルキルビニルエーテル)(PAVE)類、ヘキサフルオロイソブテン、



(式中、XはH、CIまたはFから選ばれる。nはともに1~5の整数を示す。)等が挙げられる。

また、前記含フッ素エチレン性単量体に加えて、耐アルカリ性、耐熱性、耐久性を低下させない範囲でフッ素を有さないエチレン性単量体を共重合してもよい。その場合、フッ素を有さないエチレン性単量体は、耐熱性を低下させないためにも炭素数5以下のエチレン性単量体から選ばれることが好ましく、具体的にはエチレン、プロピレン、1-ブテン、2-ブテンなどが挙げられる。

これらの中でもイオン伝導性、耐酸性、耐アルカリ性、耐熱性、耐久性の面で式(2)で示されるスルホン酸型官能基を有する単量体単位とパーカロオレフィン単位を含む共重合体鎖、特に式(2)で示されるスルホン酸型官能基を有する単量体単位とテトラフルオロオレフィン単位からなる共重合体鎖であることが好

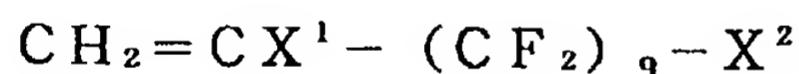
ましい。

セグメントA中のスルホン酸型官能基の含量、つまりセグメントAのみのポリマー鎖に対するスルホン酸型官能基含有含フッ素単位の含有量は、固体高分子電解質として目標にするイオン伝導性や機械的物性によって種々選択されるが、通常5モル%～80モル%、好ましくは7モル%～70モル%、さらに好ましくは10～50モル%である。

セグメントAおよびセグメントBを含む本発明の含フッ素多元セグメント化ポリマー中のセグメントBは、固体高分子電解質に必要な機械的物性を付与する能力を持つポリマー鎖であれば基本的に限定されず、セグメントAの種類や目標に応じて選択すればよい。前述のように、結晶性を有するか、非晶質であってもガラス転移点の高いポリマー鎖であることが好ましく、具体的には100°C以上、特に200°C以上のポリマー鎖であることが好ましい。

セグメントBを構成し得る单量体のうち含フッ素单量体としては、例えばTFE、CTFE、PAVE、HFP、 $\text{CF}_2=\text{CF}-\text{(CF}_2)_p-\text{X}$ 、

(式中、pは1～10の整数であり、XはFまたはCIを示す。)、パーフルオロ-2-ブテンなどのペーハロオレフィン類；VdF、フッ化ビニル、トリフルオロエチレン、



(式中、 X^1 および X^2 は各々HまたはFを示し、qは1～10の整数を示す)、 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CF}_3)_2$ などの部分フッ素化オレフィン類の1種または2種以上が挙げられる。また、これらと共に重合可能な单量体、例えばエチレン、プロピレン、塩化ビニル、ビニルエーテル類、カルボン酸ビニルエステル類、アクリル類の1種または2種以上も共重合成分として使用できる。

これらのうち、耐酸性、耐アルカリ性、耐熱性、耐久性の点から、主成分に用いる单量体としては含フッ素オレフィン単独または含フッ素オレフィン同士の組合せ、エチレンとTFEの組合せ、エチレンとCTFEの組合せが好ましく、特にペーハロオレフィン同士の組合せが好ましい。

具体的には、

(1) VdF/TFE (0～100/100～0)、特にVdF/TFE (70

- 11 -

- ～99/30～1)、PTFEまたはPVdF；
 (2)エチレン/TFE/HFP(6～43/40～81/10～30)、3，
 3，3-トリフルオロプロピレン-1，2-トリフルオロメチル-3，3，3-
 トリフルオロプロピレン-1/PAVE(40～60/60～40)；
 (3)TFE/CF₂=CF-Rf(Rfは前記に同じ。CF₂=CF-Rfが1
 5モル%未満)；
 (4)VdF/TFE/CTFE(50～99/30～0/20～1)；
 (5)VdF/TFE/CTFE(50～99/30～0/20～1)；
 (6)エチレン/TFE(30～60/70～40)；
 (7)ポリクロロトリフルオロエチレン(PCTFE)；
 (8)エチレン/CTFE(30～60/70～40)；

等が挙げられる。

なかでも、テトラフルオロエチレン85モル%～100モル%と、式(1)：

$$CF_2=CF-Rf^a \quad (3)$$

[式中、Rf^aはCF₃またはORf^b(Rf^bは炭素数1～5のパーフルオロアルキル基を示す。)]で表されるモノマー15～0モル%を含むポリマー鎖であるものが特に好ましく、前述のセグメントAと組み合わせてセグメント化ポリマーとすることによって、イオン伝導性と耐酸性、耐アルカリ性、耐熱性、耐久性及び機械的物性を兼ね備えた固体高分子電解質に適した材料となり得る。

セグメントC及びセグメントDを含む含フッ素多元セグメント化ポリマーにおいて、セグメントC中のスルホン酸型官能基の含量、つまりセグメントCのみのポリマー鎖に対するスルホン酸型官能基含有含フッ素単位の含有量は、固体高分子電解質として目標にするイオン伝導性や機械的物性によって種々選択されるが、通常10モル%～60モル%、好ましくは13モル%～50モル%、さらに好ましくは20～40モル%である。

セグメントD中のスルホン酸型官能基の含量、つまりセグメントDのみのポリマー鎖に対するスルホン酸型官能基含有含フッ素単位の含有量は、固体高分子電解質として目標にするイオン伝導性や機械的物性によって種々選択されるが、通常0.1モル%～20モル%、好ましくは1モル%～13モル%、さらに好まし

くは1～10モル%である。但し、セグメントD中のスルホン酸型官能基の含量は、セグメントC中のスルホン酸型官能基の含量を超えることがないようにする。

セグメントA及びセグメントBを含む含フッ素セグメント化ポリマー中のスルホン酸型官能基の含量は、10～60モル%、好ましくは13～50モル%、さらに好ましくは20～40モル%である。

含フッ素セグメント化ポリマー中のスルホン酸含有量が少なすぎると、イオン伝導性が不充分となり、多すぎると水による膨潤が過剰になったり機械物性が低下したりする。

これらのセグメントAとセグメントB、あるいはセグメントCとセグメントDとを結合させ、セグメント化ポリマーとする方法は、グラフト重合体とするか、ブロック重合体とするかによって種々選択できる。中でもヨウ素移動重合法を利用することによって効率よく且つブロック化率よくA-B、B-A-B、A-B-A；あるいはC-D、D-C-D、C-D-Cなどのブロックタイプのセグメント化ポリマーとすることができます。

B-A-B (D-C-D) のブロックタイプのセグメント化ポリマーの製造例を示す。

(セグメントA、C)

例えば、実質的に無酸素下で、水媒体中でヨウ素化合物、好ましくはジヨウ素化合物の存在下に前記セグメントAを構成する単量体 ((a)及び(b)) を加圧下で攪拌しながらラジカル開始剤の存在下乳化重合を行う方法が挙げられる。

セグメントAを構成する単量体 ((a)及び(b)) に代えて、セグメントCを構成する単量体 ((c)及び(d)) を用いることに、同様にしてセグメントCを合成することができる。

用いるジヨウ素化合物の代表例としては、例えば1, 3-ジヨードパーカルオロプロパン、1, 4-ジヨードパーカルオロブタン、1, 3-ジヨード-2-クロロパーカルオロプロパン、1, 5-ジヨード-2, 4-ジクロロパーカルオロペンタン、1, 6-ジヨードパーカルオロヘキサン、1, 8-ジヨードパーカルオロオクタン、1, 12-ジヨードパーカルオロドデカンおよび1, 16-ジヨードパーカルオロヘキサデカン、ジヨードメタン、1, 2-ジヨードエタンであ

る。これらの化合物は単独で使用してもよく、相互に組み合わせて使用することもできる。なかでも 1, 4-ジヨードパーカルオロブタンが好ましい。ヨウ素化合物の量は、セグメント A、C 全重量に対して 0.01 ~ 1 重量% である。

本発明におけるセグメント A、C の製造で使用するラジカル重合開始剤は、従来からフッ素系エラストマーの重合に使用されているものと同じものであってよい。これらの開始剤には有機及び無機の過酸化物並びにアゾ化合物がある。典型的な開始剤として、過硫酸塩類、過酸化カルボネート類、過酸化エステル類などがあり、好ましい開始剤として過硫酸アンモニウム (APS) が挙げられる。APS は単独で使用してもよく、またサルファイト類、亜硫酸塩類のような還元剤と組み合わせて使用することもできる。

乳化重合に使用される乳化剤としては、広範囲なものが使用可能であるが、重合中に起こる乳化剤分子への連鎖移動反応を抑制する観点から、フルオロカーボン鎖またはフルオロポリエーテル鎖を有するカルボン酸の塩類が望ましい。乳化剤の使用量は、添加された水の約 0.05 ~ 1.5 重量% が望ましく、特に 0.2 ~ 1.0 重量% が望ましい。

このようにして得られるセグメント A、C の重合体の末端部分（例えば両末端）はヨウ素原子を有しており、次のセグメント B、D のポリマー鎖と重合を行う場合の開始点となる。

(セグメント B、D のブロック重合)

セグメント B、D のブロック共重合は、上記のセグメント A、C の乳化重合に引き続き、单量体をセグメント B、D 用に代えて行うことによって達成され、B-A-B、D-C-D ブロック型の各セグメント化ポリマーを得ることができる。

かくして得られるセグメント化ポリマーの分子量は、

セグメント A で 5 000 ~ 1 000 000、特に 2 000 0 ~ 5 000 000 のものが好ましく、

セグメント B（両末端の合計）で 1 000 ~ 1 200 000、特に 3 000 ~ 6 000 000 のものが好ましく、

セグメント C で 1 000 ~ 1 000 000、特に 1 000 0 ~ 5 000 000 のものが好ましく、

セグメントD（両末端の合計）で1000～120000、特に3000～60000のものが好ましく利用できる。低すぎる分子量は機械的特性が不十分となり、高すぎる分子量はフィルムや膜などへの成形性が低下する。

また、本発明のセグメントAとセグメントBを有するセグメント化ポリマー中のセグメントAとセグメントB（両末端合計）の存在比率は、固体高分子電解質として目標とするイオン伝導性、機械的物性などにより適宜選択され、また各セグメントの組成によっても異なるが、セグメントA：セグメントB = 5 : 95～98 : 2（重量%）の範囲から好ましく選ばれ、なかでも、セグメントA：セグメントB = 20 : 80～95 : 5（重量%）、特に30 : 70～90 : 10（重量%）であることが好ましい。

セグメントBの比率が小さすぎると機械的特性の改善効果が乏しくなり、大きすぎるとイオン伝導性が不充分となりやすい。

また、本発明のセグメントCとセグメントDを有するセグメント化ポリマー中のセグメントCとセグメントD（両末端合計）の存在比率は、固体高分子電解質として目標とするイオン伝導性、機械的物性などにより適宜選択され、また各セグメントの組成によっても異なるが、セグメントC：セグメントD = 5 : 95～98 : 2（重量%）の範囲から好ましく選ばれ、なかでも、セグメントC：セグメントD = 20 : 80～95 : 5（重量%）、特に30 : 70～90 : 10（重量%）であることが好ましい。

セグメントB、Dの比率が小さすぎると機械的特性の改善効果が乏しくなり、大きすぎるとイオン伝導性が不充分となりやすい。

以上のように、種々のスルホン酸型官能基を有する含フッ素セグメント化ポリマーを得ることができるが、燃料電池などに利用する固体高分子電解質として利用するためには、いわゆる公知の中和滴定法で測定される当量数で400～1600（セグメント化ポリマー全体に対して）のものから選択される。特に有用なのはセグメント化ポリマー全体に対し500～1200の当量数のものであり、なかでも700～1100の当量数としたものが特に好ましい。

なかでも、セグメントC及びDを有する含フッ素セグメント化ポリマーにおいて、ポリマー全体に機械的物性を付与するためには、含フッ素ポリマー鎖セグメ

- 15 -

ントDの当量数は、1000以上、好ましくは1300以上、より好ましくは1500以上である。

大きすぎる当量数は、イオン伝導性が不充分となり、小さすぎる当量数は、セグメント化ポリマーの水和が過剰となり、膨潤も過剰となり、ガス透過性も過剰となる。またさらに機械的物性自体も低下する傾向となる。

本明細書において、セグメントA¹、セグメントB¹、セグメントC¹及びセグメントD¹は、各々セグメントA、セグメントB、セグメントC及びセグメントDに包含される。

含フッ素ポリマー鎖セグメントA¹と含フッ素ポリマー鎖セグメントB¹を含む含フッ素多元セグメント化ポリマーは、新規物質であり、含フッ素ポリマー鎖セグメントAと含フッ素ポリマー鎖セグメントBを含む前記含フッ素多元セグメント化ポリマーに包含される。

スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントA¹と、スルホン酸型官能基を含まない含フッ素ポリマー鎖セグメントB¹を含む含フッ素多元セグメント化ポリマーにおいて；

セグメントA¹は、

(e) 式(1)



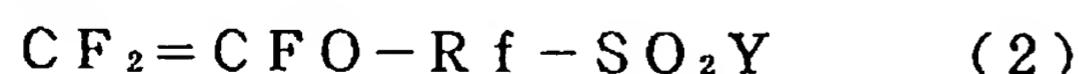
[式中、X、X¹、Y、n及びRFは前記に同じ。]で表される少なくとも1種の構造単位を1～50モル%と、

(f) スルホン酸型官能基を含まない少なくとも1種のエチレン性单量体の構造単位を99～50モル%

を含む分子量5000～750000の共重合体である。

セグメントB¹は少なくとも1種の含フッ素エチレン性单量体单位を含む分子量3000～1200000の含フッ素ポリマー鎖である。

スルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性单量体(e)は、好ましくは式(2)：



[式中、Y及びRFは式(1)と同じ]で表される化合物である。

スルホン酸型官能基を含まないエチレン性単量体(f)は、好ましくは含フッ素エチレン性単量体から選ばれるものであり、特に好ましくはテトラフルオロエチレンである。

セグメントB¹は、好ましくはテトラフルオロエチレン85～100モル%と、式(3)：



[式中、Rf^aはCF₃またはORf^b(Rf^bは炭素数1～5のパーカルオロアルキル基を示す。)]で表されるモノマー15～0モル%からなるポリマー鎖である。

少なくとも2種のスルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントC¹及びD¹を含有する含フッ素多元セグメント化ポリマーにおいて、

セグメントC¹は、

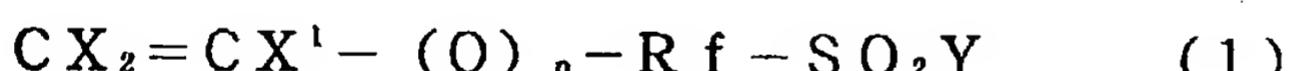
(g) 式(1)



[式中、X、X¹、Y、n及びRfは前記に同じ。]のスルホン酸型官能基を有する少なくとも1種の含フッ素エチレン性単量体の構造単位を13～50モル%と、(h)スルホン酸型官能基を含まない少なくとも1種のエチレン性単量体の構造単位を87～50モル%含む分子量5000～750000の共重合体である。

セグメントD¹は、

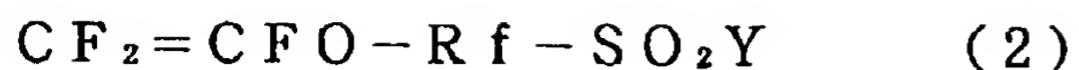
(i) 式(1)



[式中、X、X¹、Y、n及びRfは前記に同じ。]で表されるスルホン酸型官能基を有する少なくとも1種の含フッ素エチレン性単量体構造単位を0.1モル%以上、13モル%未満と、

(j)スルホン酸型官能基を含まない少なくとも1種のエチレン性単量体構造単位を87モル%を超えて99.9モル%まで含む分子量3000～1200000の含フッ素ポリマー鎖である含フッ素多元セグメント化ポリマーである。

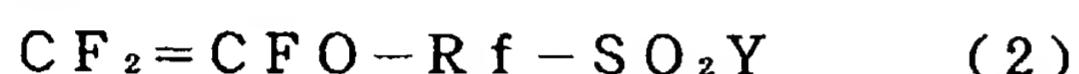
スルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性単量体(g)は、好ましくは式(2)



[式中、Y及びRfは式(1)と同じ]で表される化合物である。

スルホン酸型官能基を含まないエチレン性单量体(h)は、好ましくは含フッ素エチレン性单量体を少なくとも1種含有し、好ましくはテトラフルオロエチレンである。

スルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性单量体(i)は、好ましくは式(2)



[式中、Y及びRfは式(1)と同じ]で表される化合物である。

スルホン酸型官能基を含まないエチレン性单量体(j)は、好ましくは含フッ素エチレン性单量体を少なくとも1種を含有し、より好ましくはテトラフルオロエチレンである。

本発明の含フッ素多元セグメント化ポリマーを用い、常法に従って、固体高分子電解質膜を製造することができる。

固体高分子電解質膜において、含フッ素多元セグメント化ポリマーに含まれるスルホン酸型官能基は、好ましくはプロトン化されたスルホン酸基(SO₃H)であり、110°C以上の温度で弾性率が1×10⁸dyn/cm²以上であるのが好ましく、150°C以上の温度で弾性率が1×10⁸dyn/cm²以上であるのがより好ましく、110°C以上の温度で弾性率が3×10⁸dyn/cm²以上であるのがさらに好ましい。

本発明の固体高分子電解質膜において、含フッ素多元セグメント化ポリマー全体に対する当量数は、1600以下、好ましくは1100以下、より好ましくは1000以下、さらに好ましくは900以下、特に800以下である。

固体高分子電解質膜の厚みは、乾燥重量で30~500μm程度であり、好ましくは40~400μm、特に好ましくは50~300μmである。

本発明の固体高分子電解質用材料あるいは固体高分子電解質膜を用い、燃料電池を得ることができる。

固体高分子電解質用材料あるいは固体高分子電解質膜以外の燃料電池の構成要素としては、特に限定されず、公知のものが広く使用可能であり、たとえばガス

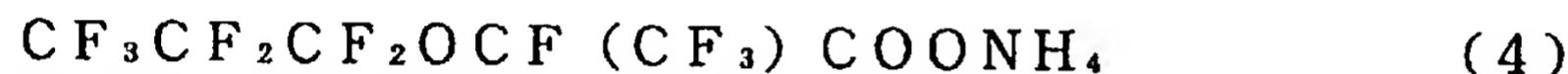
拡散電極には、白金触媒微粒子を担持させた導電性のカーボンブラック粉末をPTFE、FEPなどの疎水性樹脂接着剤で保持させた多孔質体のシートが挙げられる。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施例及び比較例を用いてより詳細に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されない。

合成例1（セグメントAまたはCに相当するスルホン酸フルオライド基を有する含フッ素ポリマー鎖の合成）

攪拌機、温度計、圧力計を備えた500mlのステンレス製のオートクレーブに純水225g、式(4)



で示される乳化剤25g、式(5)



で示されるスルホン酸フルオライド基を有する単量体(PFSFと略す)5.0gと、ジヨウ素化合物I-(CF₂)₄-Iの0.1gを仕込み、系内を窒素ガスで充分に置換したのち、攪拌しながら60℃に内温を保ち、テトラフルオロエチレンのガスを内圧が1.5kgf/cm²Gとなるように仕込んだ。次いで、過硫酸アンモニウム(APS)の0.1%水溶液5.0mlを窒素圧で圧入して反応を開始した。重合反応の進行に伴って圧力が低下するので、1.0kgf/cm²Gまで低下した時点で、テトラフルオロエチレンガスで1.5kgf/cm²Gまで再加圧し、降圧、昇圧を繰り返した。テトラフルオロエチレンガスの供給を続けながら、重合開始からテトラフルオロエチレンガスが1.5g消費されたときに前記スルホン酸フルオライド基を有する単量体(PFSF)の2.5gを計9回(計22.5g)圧入して重合を継続し、テトラフルオロエチレンが15g消費された時点で供給を止めてオートクレーブを冷却し、未反応モノマーを放出し、固体分濃度13.6%の水性分散体293gを得た。

この水性分散体の1gを取り、凍結させ凝析を行い解凍後、凝析物を水洗、真空乾燥して白色の重合体を得た。

この乾燥後の白色重合体は、パーカルオロベンゼン、HCFC-225などの

フッ素系溶剤に完全に溶解した。

^{19}F -NMR分析の結果、この重合体のモノマー単位組成は、TFE/PFS
 $F = 74.5 / 25.5$ モル%であった。

DSC分析により、結晶融点は観測されなかった。

実施例1（セグメントBのブロック共重合（B-A-B型））

合成例1で用いたのと同様の500mlオートクレーブに合成例1で得たスルホン酸フルオライド基を有する含フッ素重合体の水性分散体（13.6%濃度のもの）120gと純水120gを仕込み、系内を窒素ガスで充分に置換したのち、攪拌を行いながら60°Cに内温を保った。

あらかじめボンベ中で混合調整したテトラフルオロエチレン/パーフルオロプロピルビニルエーテル（PPVEと略す）（97/3モル%）のモノマー混合ガスを内圧が7.5kgf/cm²Gになるように圧入した。次いで、過硫酸アンモニウム（APS）の0.1%水溶液3mlを窒素圧で圧入して反応を開始した。重合反応の進行に伴って圧力が低下するので、7.0kgf/cm²Gまで低下した時点で、上記のモノマー混合ガスで7.5kgf/cm²Gまで再加圧し、降圧、昇圧を繰り返し、テトラフルオロエチレン/PPVEモノマー混合ガスを供給した。重合開始より、モノマー混合ガスが7.0g消費した時点で供給を止め、オートクレーブを冷却し、未反応モノマーを放出し、固体分濃度9.5%の水性分散体245gを得た。ポリマー得量の増加により計算された重合体全体に対するセグメントBの比率、すなわち

$$\left\{ \frac{(\text{後重合で得られたポリマー得量}) - (\text{仕込んだポリマー量})}{(\text{後重合で得られたポリマー得量})} \times 100 \right\} = 30\%$$

得られた水性分散体を凍結凝析し、析出したポリマーを水洗、乾燥して白色重合体を得た。

得られた重合体は、パーフルオロベンゼン、HCFC-225などのフッ素系溶剤に不溶性となった。

^{19}F -NMR分析により、このセグメント化ポリマー全体のモノマー単位組成は、TFE/PFSF/PPVE=85.1/13.9/1.0モル%であった。

DSC分析によって、後重合によって付加されたセグメントBに由来する結晶

融点が303℃に観測された。

実施例2（セグメントBのブロック共重合（B-A-B型））

実施例1と同様に500mlオートクレーブに合成例1で得た水性分散体（13.6%濃度のもの）120gと水120gを仕込み、系内を窒素ガスで充分に置換したのち、攪拌を行ながら60℃に内温を保った。

あらかじめボンベ中で混合調整したテトラフルオロエチレン／パーフルオロ（プロピルビニルエーテル）（97/3モル%）のモノマー混合ガスを内圧が6.0kgf/cm²Gとなるように圧入した。次いで、過硫酸アンモニウム（APS）の0.1%水溶液1.5mlを窒素圧で圧入して反応を開始した。重合反応の進行に伴って圧力が低下するので、5.5kgf/cm²Gまで低下した時点で、上記のモノマー混合ガスで6.0kgf/cm²Gまで再加圧し、降圧、昇圧を繰り返し、テトラフルオロエチレン／PPVEモノマー混合ガスを供給した。重合開始より、モノマー混合ガスが3.3g消費した時点で供給を止め、オートクレーブを冷却し、未反応モノマーを放出し、固体分濃度7.9%の水性分散体249gを得た。ポリマー得量の増加により計算された重合体全体に対するセグメントBの比率、すなわち

$$\{(\text{後重合で得られたポリマー得量}) - (\text{仕込んだポリマー量})\} \div \\ (\text{後重合で得られたポリマー得量}) \times 100 = 17\%$$

得られた水性分散体を凍結凝析し、析出したポリマーを水洗、乾燥して白色重合体を得た。

得られた重合体は、パーフルオロベンゼン、HFC-225などのフッ素系溶剤に不溶性となった。

¹⁹F-NMR分析により、このセグメント化ポリマー全体のモノマー単位組成は、TFE/PFSF/PPVE=81.8/17.7/0.5モル%であった。

DSC分析によって、後重合によってセグメントBに由来する結晶融点が301℃に観測された。

実施例3（当量数、含水率及び動的粘弾性の測定）

実施例1で得たスルホン酸フルオライド基（-SO₂F）を有する含フッ素セグメント化ポリマーを用いて、以下に示す通り加水分解しスルホン酸基（-SO₃H

基)に変換した後、当量数、含水率及び動的粘弾性を測定した。結果を表1に示す。

(1) -SO₂F基の加水分解

実施例1で得た白色固体を25%NaOH水溶液に完全に浸し、90°Cで8時間放置した。次いで固体を6N-HCl水に室温で4時間浸漬させた後、110°Cで6時間乾燥させた。

(2) 当量数の測定

当量数は、塩基1当量(例えば水酸化ナトリウム1当量)を完全に中和させるのに必要なポリマーの重量(g)を表している。上記加水分解、乾燥後の含フッ素セグメント化ポリマーの所定量を用い、過剰のNaOH水溶液でポリマー中のSO₃H基を完全に中和させた後の過剰分のNaOHの量を0.1N-HCl水で滴定し、中和に関与したNaOHの当量数を算出し(逆滴定)、さらに当量数を算出した。

さらに、実施例1のポリマーを用いて以下のようにフィルムを作成し、含水率及び得られた含水フィルムの動的粘弾性を測定した。

(3) フィルムの作成

実施例1で得た-SO₂F基を有する含フッ素セグメント化ポリマーを100mmφの金型に入れ、350°Cに設定したプレス機にセットし、予熱20分間行ったのち、70kg/cm²で1分間圧縮成形を行い、厚さ0.2mmのフィルムを得た。得られた-SO₂F基を有するフィルムを前述の(1)と同様の操作を行い加水分解、乾燥を行った。

(4) 含水率の測定

(3)で得た乾燥フィルムを沸騰した純水中に浸し、30分間放置した。フィルム表面に付着した水滴を拭い、重量(W₁)を測定した後、110°Cで16時間乾燥し、重量(W₂)を測定した。

含水率を、 $\Delta W = 100 \times (W_1 - W_2) / W_2 (\%)$ より算出した。

(5) 動的粘弾性の測定による引張弾性率の算出

(3)で得たフィルムを(4)と同様な方法で含水させた。含水操作後直ちに、約35×5mmの短冊状に切断し、レオメトリック社製の粘弾性測定装置RSA

- 22 -

- 2 にセットし、周波数 1 H z にて各温度で引張弾性率を測定した。結果を表 1 及び図 2 に示した。

実施例 4 (当量数、含水率の測定)

実施例 2 で得たスルホン酸フルオライド基 (- S O₂ F 基) を有する含フッ素セグメント化ポリマーを用いた以外は実施例 3 と同様にして加水分解当量数の測定、フィルム作成、及び含水率の測定を行った。結果を表 1 に示した。

比較例 1

Nafion (登録商標) 117 メンブラン (デュポン社製) (乾燥状態で 7 m i l : 約 170 μm のフィルム) を用いて、実施例 3 と同様に当量数、含水率及び動的粘弾性の測定を行った。結果を表 1 及び図 2 に示す。

- 23 -

表 1

	実施例3	実施例4	比較例1
被験サンプル	実施例1	実施例2	Nafion117
セグメントBの融点(°C)	303	301	—
セグメントBの含有率(wt. %)	30	17	—
当量数	1090	990	—
含水率 (%)	28	30	32
引張弾性率(dyn/cm ²)			
25°C	1.7×10^9	—	2.7×10^9
50°C	2.4×10^9	—	2.5×10^9
110°C	1.0×10^9	—	1.6×10^8
150°C	3.9×10^8	—	溶融
200°C	2.1×10^8	—	溶融

実施例5（セグメントDのブロック共重合；D-C-D型）

実施例1と同様に500mlオートクレーブに合成例1で得た水性分散体（13.6%濃度のもの）120gと純水120gを仕込み、系内を窒素ガスで充分に置換したのち、攪拌を行いながら60°Cに内温を保った。

テトラフルオロエチレンガスを内圧1.5kgf/cm²Gとなるように圧入した。次いで、過硫酸アンモニウム（APS）の0.1%水溶液1.5mlを窒素圧で圧入して反応を開始した。重合反応の進行に伴って圧力が低下するので、1.0kgf/cm²Gまで低下した時点で、上記のモノマー混合ガスで1.5kgf/cm²Gまで再加圧し、降圧、昇圧を繰り返した。テトラフルオロエチレンガスの供給を続けながら、重合開始よりテトラフルオロエチレンガスが1.2g消費されるごとに前記スルホン酸フルオライド基を有する单量体（PFSF）の0.5gを計9回（計4.5g）圧入して重合を継続し、テトラフルオロエチレンが1.2g消費された時点で供給を止めてオートクレーブを冷却し、未反応モノマーを放出し、固体分濃度13.0%の水性分散体257gを得た。

ポリマー得量の増加により計算された重合体全体に対するセグメントDの比率、

すなわち

{ (後重合で得られたポリマー得量) - (仕込んだポリマー量) } ÷

(後重合で得られたポリマー得量) × 100 = 51.1 %であった。

得られた水性分散体を実施例 1 と同様に凍結凝析、水洗、乾燥して白色固体を分離した。

得られた白色固体は、パーカルオロベンゼン、H C F C - 225などのフッ素系溶剤に不溶性となった。

^{19}F - NMR 分析により、このセグメント化ポリマー全体のモノマー単位組成は、T F E / P F S F = 85 / 15 モル%であった。

上記ポリマー組成と使用した合成例 1 のポリマー組成から算出されるセグメント D のモノマー単位組成は、T F E / P F S F = 92 / 8 モル%であった。

D S C 分析によって、後重合によってセグメント D に由来する結晶融点が 28.5 °C に観測された。

上記乾燥ポリマーを加水分解したものの当量数は、1040 であった。

請求の範囲

1. 重合体を構成する単量体組成が異なった2種以上の含フッ素ポリマー鎖セグメントを有する含フッ素多元セグメント化ポリマーを含み、前記含フッ素ポリマー鎖セグメントの少なくとも1つがスルホン酸型官能基を有する固体高分子電解質用材料。
2. スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素ポリマー鎖セグメントAと、スルホン酸型官能基を有さない含フッ素ポリマー鎖セグメントBを有する含フッ素多元セグメント化ポリマーを含み、前記含フッ素ポリマー鎖セグメントBの結晶融点またはガラス転移点が100°C以上である請求項1に記載の固体高分子電解質用材料。
3. スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素ポリマー鎖セグメントAが、
 - (a) スルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性単量体単位と；
 - (b) 該(a)成分と共に重合可能なスルホン酸型官能基を有さない少なくとも1種の含フッ素エチレン性単量体単位
 を含む共重合体である請求項2に記載の固体高分子電解質用材料。
4. スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素エチレン性単量体単位(a)が、式(1)

$$CX_2 = CX^1 - (O)_n - R_f - SO_2 Y \quad (1)$$
 [式中、X及びX¹は同じかまたは異なり、いずれも水素原子またはフッ素原子を示す。Yは、F、ClまたはOY¹ (Y¹は水素原子、アルカリ金属、炭素数1～5のアルキル基)を示す。R_fは炭素数1～40の2価の含フッ素アルキレン基または炭素数1～40のエーテル結合を有する2価の含フッ素アルキレン基を示す。nは0または1を示す。]で表される請求項3に記載の固体高分子電解質用材料。
5. 少なくとも1種のスルホン酸型官能基を有さない含フッ素エチレン性単量体単位(b)がテトラフルオロエチレンである請求項3に記載の固体高分子電解質用材料。
6. 含フッ素ポリマー鎖セグメントBがテトラフルオロエチレン85～100モル%と、式(3)：



[式中、 Rf^a は CF_3 または ORf^b (Rf^b は炭素数1~5のパーカロオロアルキル基を示す。)]で表されるモノマー15~0モル%からなるポリマー鎖である請求項2に記載の固体高分子電解質用材料。

7. 前記含フッ素多元セグメント化ポリマーの当量数が、400~1600である請求項2に記載の固体高分子電解質用材料。

8. スルホン酸型官能基を有する少なくとも2種の前記含フッ素ポリマー鎖セグメントC及びDを有する含フッ素多元セグメント化ポリマーを含み、含フッ素ポリマー鎖セグメントCの当量数が、含フッ素ポリマー鎖セグメントDの当量数よりも小さいことを特徴とする請求項1に記載の固体高分子電解質用材料。

9. 前記含フッ素ポリマー鎖セグメントDの結晶融点またはガラス転移点が100°C以上である請求項8に記載の固体高分子電解質用材料。

10. スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素ポリマー鎖セグメントC及びDが、

(c)スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素エチレン性单量体単位と

(d)該(c)成分と共に重合可能であり、且つ、スルホン酸型の官能基を有さない含フッ素エチレン性单量体のうち少なくとも1種の单量体単位

を含む共重合体である請求項8に記載の固体高分子電解質用材料。

11. スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素エチレン性单量体単位(c)が、式(1)



[式中、X、 X^1 、Y、n及びRfは前記に同じ。]で表される請求項10に記載の固体高分子電解質用材料。

12. 含フッ素ポリマー鎖セグメントDの当量数が、1000以上である含フッ素多元セグメント化ポリマーである請求項8に記載の固体高分子電解質用材料。

13. 含フッ素多元セグメント化ポリマー全体の当量数が、400~1600である請求項8に記載の固体高分子電解質用材料。

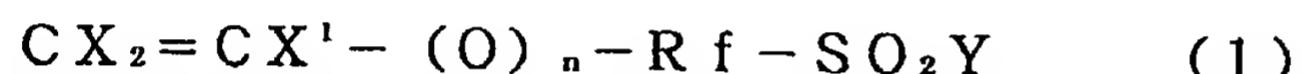
14. 請求項2または8に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマーを含む固体高分子電解質膜。

15. 含フッ素多元セグメント化ポリマーに含まれるスルホン酸型官能基がプロトン化されたスルホン酸基 (SO_3H) であって、 110°C 以上の温度で弾性率が $1 \times 10^8 \text{ dyne/cm}^2$ 以上である請求項14に記載の固体高分子電解質膜。

16. 含フッ素多元セグメント化ポリマー全体に対する当量数が、1600以下である請求項15に記載の固体高分子電解質膜。

17. スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントA' と、スルホン酸型官能基を有さない含フッ素ポリマー鎖セグメントB' を含む含フッ素多元セグメント化ポリマーであって、スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントA' が、

(e) 式(1)

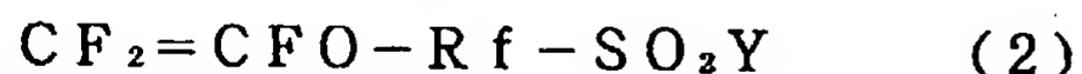


[式中、X、X'、Y、n 及び Rf は前記に同じ。] で表される少なくとも1種の構造単位を1~50モル%と、

(f) スルホン酸型官能基を含まない少なくとも1種のエチレン性单量体の構造単位を99~50モル%

を含む分子量5000~750000の共重合体であり、且つ、含フッ素ポリマー鎖セグメントB' が少なくとも1種の含フッ素エチレン性单量体単位を含む分子量3000~1200000の含フッ素ポリマー鎖である含フッ素多元セグメント化ポリマー。

18. スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントA'において、構成するスルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性单量体(e)が、式(2)



[式中、Y及びRf は式(1)と同じ] で表される請求項17に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

19. スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントA'において、構成するスルホン酸型官能基を含まないエチレン性单量体(f)が、含フッ素エチレン性单量体を少なくとも1種含有することを特徴とする請求項17に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

20. スルホン酸型官能基を含まないエチレン性单量体(f)が、テトラフルオロ

エチレンである請求項 1 9 に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

21. 含フッ素ポリマー鎖セグメント B¹ がテトラフルオロエチレン 85 ~ 100 モル%と、式 (3) :

$$CF_2 = CF - Rf^a \quad (3)$$

[式中、Rf^a は CF₃ または ORf^b (Rf^b は炭素数 1 ~ 5 のパーフルオロアルキル基を示す。)] で表されるモノマー 15 ~ 0 モル%からなるポリマー鎖である請求項 1 7 に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

22. 少なくとも 2 種のスルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント C¹ 及び D¹ を含有する含フッ素多元セグメント化ポリマーであって、含フッ素ポリマー鎖セグメント C¹ が、

(g) 式 (1)

$$CX_2 = CX^1 - (O)_n - Rf - SO_2Y \quad (1)$$

[式中、X、X¹、Y、n 及び Rf は前記に同じ。] のスルホン酸型官能基を有する少なくとも 1 種の含フッ素エチレン性单量体の構造単位を 13 ~ 50 モル%と、(h) スルホン酸型官能基を含まない少なくとも 1 種のエチレン性单量体の構造単位を 87 ~ 50 モル%含む分子量 5000 ~ 750000 の共重合体であって、含フッ素ポリマー鎖セグメント D¹ が

(i) 式 (1)

$$CX_2 = CX^1 - (O)_n - Rf - SO_2Y \quad (1)$$

[式中、X、X¹、Y、n 及び Rf は前記に同じ。] で表されるスルホン酸型官能基を有する少なくとも 1 種の含フッ素エチレン性单量体単位を 0.1 モル%以上、13 モル%未満と、

(j) スルホン酸型官能基を含まない少なくとも 1 種のエチレン性单量体単位を 87 モル%を超えて 99.9 モル%まで含む分子量 3000 ~ 1200000 の含フッ素ポリマー鎖である含フッ素多元セグメント化ポリマー。

23. スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント C¹ において、構成するスルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性单量体 (g) が式 (2)

$$CF_2 = CFO - Rf - SO_2Y \quad (2)$$

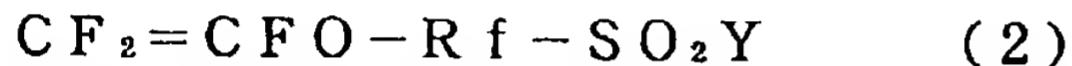
[式中、Y 及び Rf は式 (1) と同じ] で表される請求項 22 に記載の含フッ素

多元セグメント化ポリマー。

24. スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントC¹において、構成するスルホン酸型官能基を含まないエチレン性单量体(h)が、含フッ素エチレン性单量体を少なくとも1種含有することを特徴とする請求項22に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

25. スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントC¹において、構成するスルホン酸型官能基を含まないエチレン性单量体(h)が、テトラフルオロエチレンである請求項24に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

26. スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントD¹において、構成するスルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性单量体(i)が式(2)



(式中、Y及びR_fは式(1)と同じ)で表される請求項22に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

27. スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントD¹において、構成するスルホン酸型官能基を含まないエチレン性单量体(j)が、含フッ素エチレン性单量体を少なくとも1種含有することを特徴とする請求項22に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

28. スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントD¹において、構成するスルホン酸型官能基を含まないエチレン性单量体(j)が、テトラフルオロエチレンである請求項27に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

1 / 1

Fig. 1

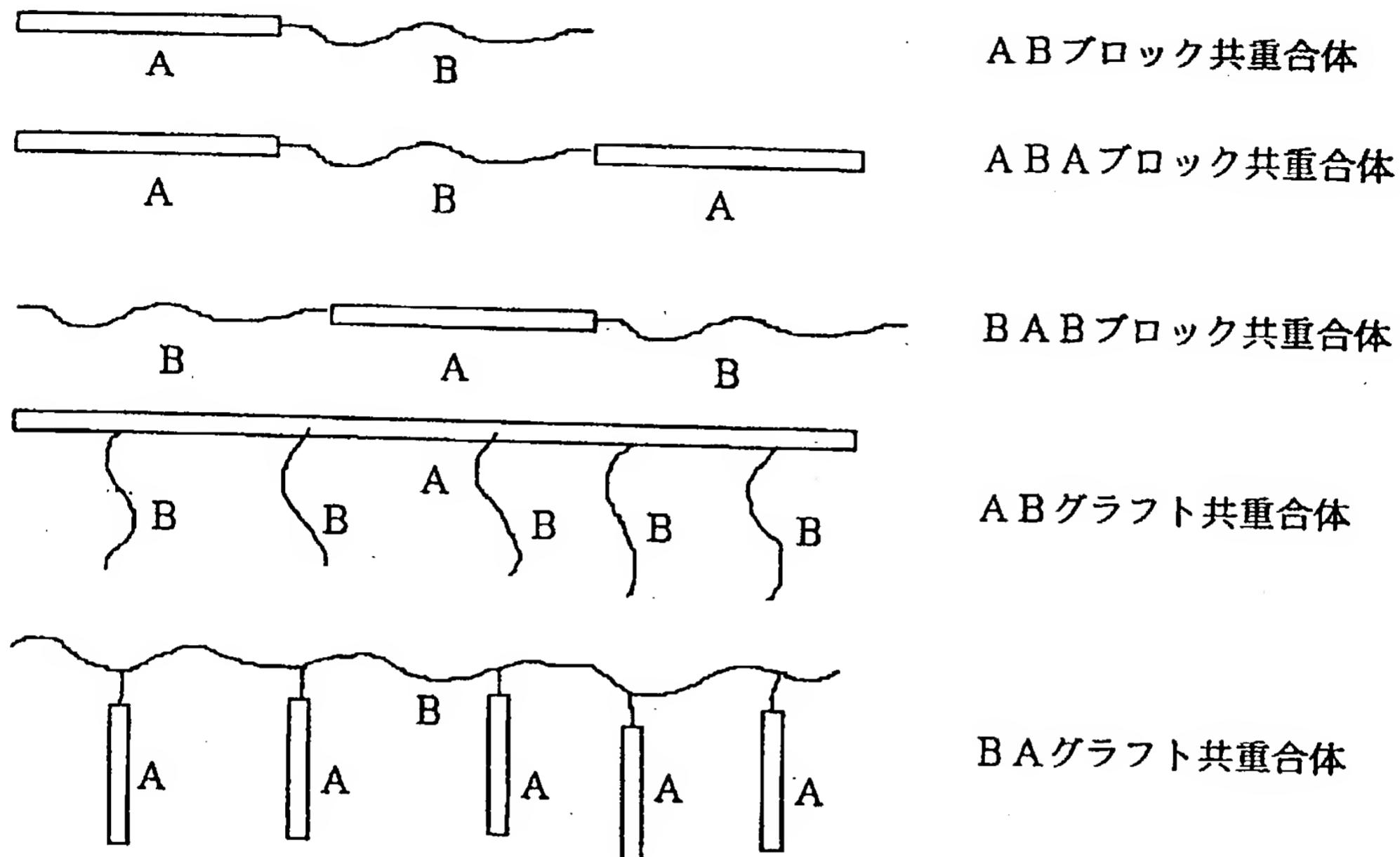
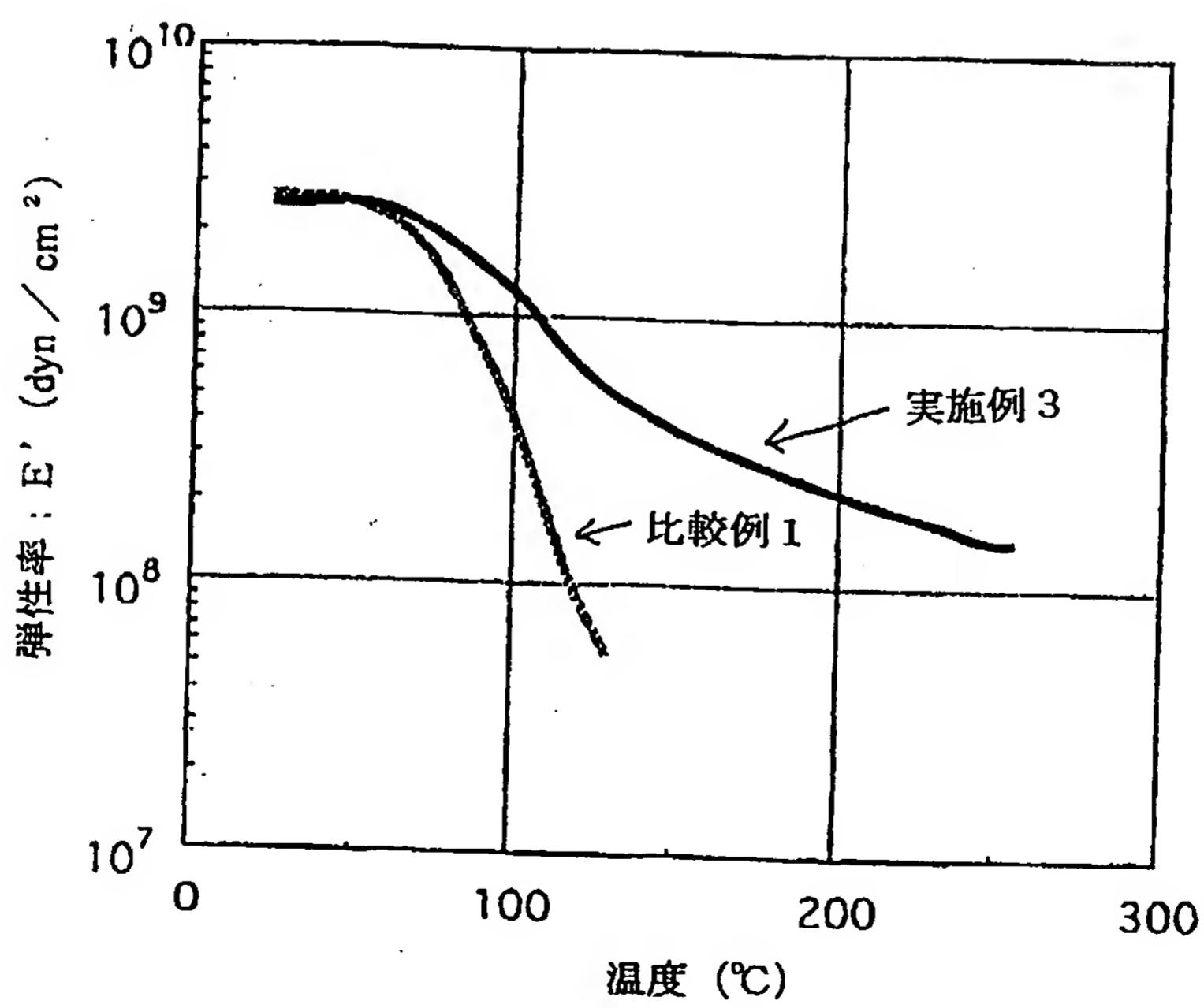


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/02398

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ H01M8/02, H01B1/06, C08J5/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁶ H01M8/02, H01B1/06, C08J5/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI/L

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 06-260184, A (Asahi Glass Co., Ltd.), 16 September, 1994 (16. 09. 94), Claim 3 ; Par. Nos. [0011], [0012] (Family: none)	1-5 6-28
X	JP, 08-512358, A (Ballard Power Systems Inc.), 24 December, 1996 (24. 12. 96), Claims & WO, 9508581, A & EP, 720628, A & US, 5498639, A	1 2-28
X	JP, 06-342665, A (Asahi Chemical Industry Co., Ltd.), 13 December, 1994 (13. 12. 94), Claims & WO, 9508581, A & EP, 720628, A & US, 5422411, A	1-5 6-28
X	JP, 06-20710, A (Chlorine Engineers Corp., Ltd.), 28 January, 1994 (28. 01. 94), Claims & US, 5399184, A	1-5 6-28

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 August, 1999 (11. 08. 99)

Date of mailing of the international search report
24 August, 1999 (24. 08. 99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP99/02398**C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
EX EY	JP, 11-204121, A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 30 July, 1999 (30. 07. 99), Claims (Family: none)	1-5 6-28

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/02398

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int. C 1° H 01M8/02, H 01B1/06, C 08J5/22

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
Int. C 1° H 01M8/02, H 01B1/06, C 08J5/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-1999

日本国登録実用新案公報 1994-1999

日本国実用新案登録公報 1996-1999

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）
WPI/L

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 06-260184, A (旭硝子株式会社), 16. 9月.	1-5
Y	1994 (16. 09. 94), 特許請求の範囲請求項3、【0011】-【0012】(ファミリーなし)	6-28
X	JP, 08-512358, A (バラード パワー システムズ インオーポレイテド), 24. 12月. 1996 (24. 12. 9 6), 特許請求の範囲&WO, 9508581, A&EP, 720 628, A&US, 5498639, A	1 2-28

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示す
もの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日
以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行
日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する
文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって
て出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理
論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明
の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以
上の文献との、当業者にとって自明である組合せに
よって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 11. 08. 99	国際調査報告の発送日 24.08.99
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 柳原 貴子 電話番号 03-3581-1101 内線 3477 4 X 9444

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP, 06-342665, A (旭化成工業株式会社), 13. 1 2月. 1994 (13. 12. 94), 特許請求の範囲&WO, 9 508581, A&EP, 720628, A&US, 542241 1, A	1-5 6-28
X Y	JP, 06-20710, A (クロリンエンジニアズ株式会社), 28. 1月. 1994 (28. 01. 94), 特許請求の範囲&U S, 5399184, A	1-5 6-28
EX EY	JP, 11-204121, A (アイシン精機株式会社), 30. 7月. 1999 (30. 07. 99), 特許請求の範囲 (ファミリ ーなし)	1-5 6-28